

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA ASSOCIADA ÀS ÁRVORES NA ÁREA DE AFETAÇÃO DA CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA DA BEIRA

Introdução

O presente documento descreve a metodologia utilizada na estimação da biomassa representada pelas árvores que não sobreiro e azinheira existentes na área de afetação da Central Solar Fotovoltaica (CSF) da Beira. Previamente, foi realizado um levantamento de campo com recurso a GPS, no qual todos os exemplares de sobreiro e azinheira existentes na área de estudo foram cartografados e sujeitos à recolha de parâmetros morfológicos, nomeadamente a altura (m) e o perímetro à altura do peito (PAP) (cm). A metodologia que abaixo se descreve recorreu aos dados recolhidos nesse levantamento para a estimação dos mesmos parâmetros relativamente a todas as outras árvores presentes na área considerada, usando depois os valores obtidos para quantificar a biomassa que lhes está associada.

Em síntese, a abordagem utilizada assentou em cinco etapas sucessivas:

- (1) Fotointerpretação e cartografia das árvores que não sobreiro ou azinheira existentes.
- (2) Criação de uma biblioteca de referência com base nos dados do levantamento de campo previamente realizado, nomeadamente os valores de altura dos sobreiros e azinheiras medidos no terreno, e o seu aspeto visual em ortofotos.
- (3) Estimação da altura de cada árvore foto-interpretada com base na biblioteca de referência.
- (4) Determinação da relação estatística entre os valores de altura e PAP para os sobreiros e azinheiras levantados no terreno, e representação dessa relação na forma de uma função matemática. Utilização da função para a estimação do PAP das árvores foto-interpretadas com base na sua altura.
- (5) Cálculo do valor de biomassa associado às árvores foto-interpretadas com base nos valores de altura e PAP, utilizando as equações adotadas pelo ICNF no mais recente inventário florestal nacional.

1. Fotointerpretação e cartografia das árvores existentes que não sobreiro ou azinheira

Integrou-se a informação geográfica pertinente num projeto SIG: limites da área de afetação da CSF da Beira (shapefile poligonal), os sobreiros e azinheiras levantados no terreno (shapefile pontual) e as ortofotos da área de análise disponibilizados pela Direção-Geral do Território¹ (resolução espacial 25 cm, 2021). Criou-se um shapefile pontual, no qual se vetorizou um ponto para cada árvore identificada. O processo de foto-interpretção usou como referências, de forma complementar, a série de ortofotos da DGT e imagens *Google Earth* (datadas de agosto de 2023), e permitiu cartografar um conjunto de 271 árvores no interior da área de afetação da CSF.

¹ <https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/d70dd232-aaee-4e6b-a804-5a0b70c537be>

2. Criação de uma biblioteca de referência com base na relação entre a altura dos sobreiros e azinheiras medida no terreno e o seu aspeto visual em ortofotos

Com base nos sobreiros e azinheiras previamente levantados no terreno e no seu aspeto visual nas ortofotos, selecionaram-se 32 árvores isoladas, representativas da amplitude de valores de altura registados. Estes exemplares foram subsequentemente utilizados para criar uma biblioteca de referência com uma escala de representação comum de 1:800, da qual alguns exemplos são apresentados na Figura 1.

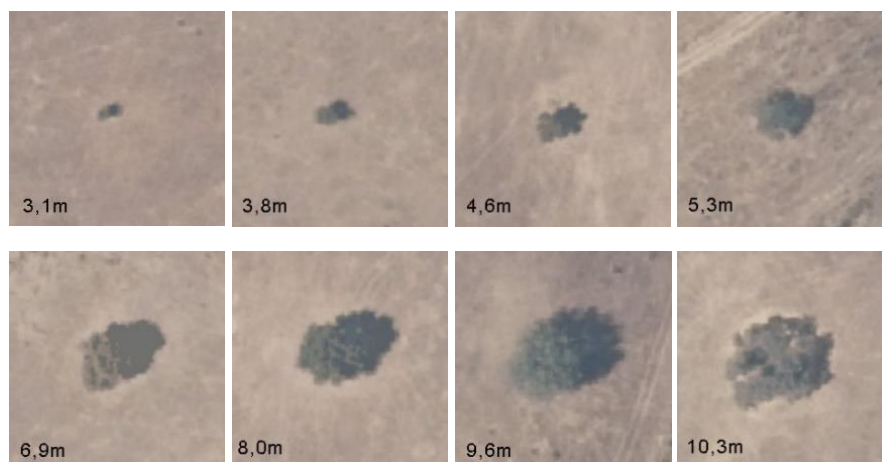


Figura 1 - Alguns exemplos dos exemplares de árvores de dimensão conhecida integrados na biblioteca de referência. Os valores referem-se à altura medida no terreno. A escala das imagens é a mesma.

3. Estimação da altura de cada árvore fotointerpretada com base na biblioteca de referência

Cada árvore foto-interpretada foi analisada em comparação com as imagens da biblioteca de referência, sendo estimada a sua altura. O valor estimado, em m, foi associado à tabela de atributos do respetivo shapefile na forma de um novo atributo. Este processo implicou necessariamente a assunção de que as relações entre o aspeto visual da copa na ortofoto e a altura total da árvore que caracterizam os sobreiros e as azinheiras são igualmente válidas para as outras espécies presentes na área de análise.

4. Determinação da relação estatística entre os valores de altura e perímetro à altura do peito (PAP) para as árvores levantadas no terreno, e utilização dessa relação para estimar o PAP das árvores foto-interpretadas através de uma função matemática

Começou-se por analisar num gráfico de dispersão as relações entre altura e PAP para o conjunto dos sobreiros e azinheiras sujeitos a levantamento de campo, eliminando previamente todos os exemplares com altura abaixo do valor mínimo estimado para as árvores foto-interpretadas (2.8m). O gráfico é apresentado na figura 2, para um total de 1564 árvores.

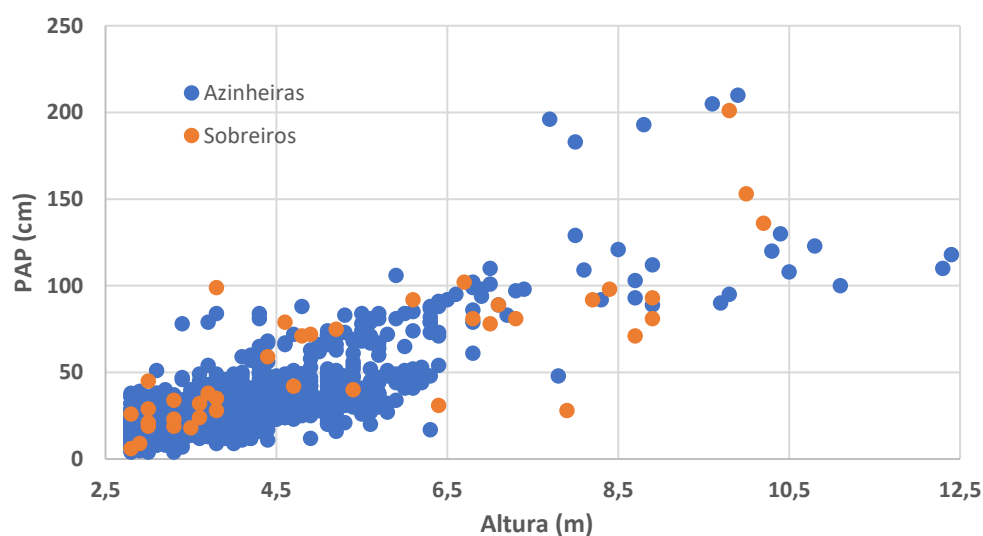


Figura 2 – Relações entre altura da árvore e PAP para os sobreiros e azinheiras sujeitos a levantamento de campo. Foram previamente eliminadas dos dados as árvores com altura inferior a 2.8m, valor mínimo estimado para as árvores foto-interpretadas. N=1564.

A análise da figura mostra claramente que as relações morfológicas são semelhantes entre as duas espécies, adquirindo um carácter linear. Ao mesmo tempo, a figura permite ver um grupo de seis árvores (cinco azinheiras e um sobreiro) com relações anómalas face à generalidade dos exemplares representados, apresentando valores de PAP acima do esperado. Dado que estas árvores introduziriam necessariamente dispersão desnecessária na modelação estatística das relações entre as duas variáveis, optou-se por eliminá-las das análises. Utilizou-se o SPSS 28 para ajustar um modelo de regressão linear às duas variáveis, fortemente correlacionadas entre si de forma significativa ($R=0.798$, $p<0.01$). O modelo, com a formulação:

$$\text{PAP} = 12.803 (\text{Altura}) - 19.794$$

é estatisticamente significativo, com o intercepto e o coeficiente de regressão a apresentar valores de $p<0.01$, e um coeficiente de determinação (R^2) de 0.64.

Finalmente, usou-se a função linear obtida para estimar os valores de PAP das árvores foto-interpretadas, com base nas suas alturas.

5. Cálculo da biomassa associada às árvores fotointerpretadas

Para a estimação da biomassa com base nas características morfológicas das árvores, recorreu-se às equações apresentadas no Anexo Técnico do mais recente Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2019). Assumiu-se que todas as árvores que não sobreiro ou azinheira correspondem à categoria “carvalhos e outras folhosas”, dado que a observação no terreno mostrou pertencerem a esta classe a grande maioria das árvores presentes.

A estimação da biomassa recorre a duas funções ou modelos (Quadro 1), uma para as componentes aéreas das árvores (tronco, ramos e folhas) e outra para as raízes. Estas funções assentam no conhecimento de três parâmetros morfológicos: a altura (m), a circunferência e o

diâmetro (ambos em cm e medidos a 1.3 m de altura). Assumiu-se o valor de PAP à altura do peito para representar a circunferência, e obteve-se o diâmetro dividindo-se a circunferência pelo valor de π . Esta última opção implicou a assunção de que as secções dos troncos das árvores têm uma configuração circular.

Quadro 1 – Modelos usados na estimação da biomassa com base na morfologia das árvores. c - circunferência da árvore medida a 1.3 m de altura (cm); h - altura total da árvore (m); d - diâmetro da árvore medido a 1.3 m de altura (cm); w – biomassa da componente *i* da árvore (kg); wa – biomassa total aérea da árvore (kg). Adaptado de ICNF (2019).

Modelos				
(1) $w_i = \beta_0 c^{\beta_1} h^{\beta_2}$ (i= s, br, l) (2) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1}$ (i=r)				
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2
Tronco (ws)	1	0.00245	1.71951	1.43530
Ramos (wbr)	1	0.00025	2.66950	0.56471
Folhas (wl)	1	0.00399	1.88754	----
Total aérea (wa)	$wa = ws + wbr + wl$			
Raízes (wr)	2	0.088480	2.133460	----

Utilizaram-se as funções e os parâmetros representados no Quadro 1 para quantificar as diferentes classes de biomassa para as 271 árvores que não sobreiro ou azinheira, sendo os valores totais apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Valores totais associados às várias classes de biomassa consideradas. A biomassa total corresponde à soma da biomassa da parte aérea com a biomassa das raízes.

Biomassa (kg)					
Tronco	Ramos	Folhas	Total aérea	Raízes	Total
11671.9	13570.9	1754.9	26997.7	9929.1	36926.8

Em conclusão, a metodologia adotada permitiu estimar a biomassa das árvores que não sobreiro ou azinheira presentes na área de afetação da CSF da Beira como ascendendo a 26997.7 kg (considerando apenas a parte aérea) ou a 36926.8 kg (incluindo adicionalmente as raízes).

Referências

ICNF (2019) - IFN6 – Anexo Técnico. [pdf], 31 pp, versão 1.0 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/5b9b8e9a51fd0792>